



PCT/CH 2004/00111

**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**



**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern,

02. März 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

*H. Jenni*  
Heinz Jenni

Patentgesuch Nr. 2003 0492/03

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Flexibler Druckstab für ein flexibles pneumatisches Bauelement und Mittel zur Errichtung pneumatischer Elementbauten.

Patentbewerber:

Prospective Concepts AG  
Rietstrasse 50  
8702 Zollikon

Vertreter:

Dr. R.C. Salgo European Patent Attorney  
Rütistrasse 103  
8636 Wald ZH

Anmeldedatum: 21.03.2003

Voraussichtliche Klassen: B25D, E04H

Sitzverlegung:

Prospective Concepts AG  
Flughofstrasse 41  
8152 Glattbrugg  
(Inhaber/in)

reg: 12.09.2003

Veränderliches Exemplar  
Exemplaire Invariable  
Exemplaire Immutable

60000

Erfinder: Mauro Pedretti

Anmelder: Prospective Concepts AG  
Rietstrasse 50  
8702 Zollikon

Flexibler Druckstab für ein flexibles  
pneumatisches Bauelement und Mittel zur  
Errichtung pneumatischer Elementbauten

Patentanwalt: Dr. R.C. Salgo  
Rütistrasse 103  
CH-8636 Wald

PAR-0223

**Flexibler Druckstab für ein flexibles pneumatisches Bauelement und Mittel zur Errichtung pneumatischer Elementbauten**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein pneumatisches Bauelement in der Form eines langgestreckten luftdichten und druckbeaufschlagbaren Hohlkörpers mit mindestens einem auf der Lastseite längs des Hohlkörpers verlaufenden Druckstab und mindestens zwei in gegenläufigem Schraubungssinne um den  
10 Hohlkörper gespannten Zugbändern. Dabei beginnen bzw. enden die Zugbänder an Knotenelementen, welche an den Enden des mindestens einen Druckstabes angeordnet sind, und umschlingen den Hohlkörper mindestens einmal.

Solche pneumatische Bauelemente sind an sich bekannt, beispielsweise aus WO 01/73245.

15 Dabei besteht das pneumatische Bauelement aus einem beispielsweise textilarmierten flexiblen gasdichten Hohlkörper. An diesem ist auf der Aussenseite mindestens ein längs einer Mantellinie verlaufender formstabiler Druckstab so angeordnet,  
20 net, dass er durch den Hohlkörper gestützt wird und nicht ausknicken kann. An den Enden dieses Druckstabes sind zwei Zugbänder befestigt, welche den im Wesentlichen rohrförmigen Hohlkörper in gegenläufigem Schraubungssinne einmal umschlingen und einander auf einer Mantellinie des Hohlkörpers, welche  
25 jener des Druckstabes gegenüberliegt, auf der halben Länge des Hohlkörpers überkreuzen. An den Stellen, wo der Druckstab mit den Zugbändern verbunden ist, befinden sich Knotenelemente, in welche auch die Auflagekräfte eingeleitet werden.

Das in WO 01/73245 offenbarte pneumatische Bauelement weist  
30 verschiedene, sich in der praktischen Handhabung äussernde Nachteile auf: Der Druckstab, welcher für sich allein genommen zu lang ist, muss aus Transport- und Montagegründen in Einzelteile zerlegt werden, welche auf einer Baustelle beispielsweise stumpf stossend aneinander gefügt und in dafür  
35 vorgesehene Laschen eingeschoben werden müssen. Ebenso kann das Anlegen und Spannen der Zugbänder erst auf der Baustelle erfolgen. Da die Zugbänder und Druckstäbe in die entsprechenden Knotenelemente verlegt werden müssen, welche zur Aufnahme

von Zug-, Druck- und Auflagekräften geeignet sind, ergibt sich auf der Baustelle ein erheblicher Montageaufwand.

Die Aufgabe, welche durch die Vorliegende Erfindung gelöst werden soll, besteht in der Schaffung eines pneumatischen Bauelementes, welches auf einer Baustelle ohne nennenswerte Montage aufgerichtet werden kann.

Die Lösung der gestellten Aufgabe ist wiedergegeben in den unabhängigen Ansprüchen 1, 14, 15 und 18 hinsichtlich ihrer grundlegenden Merkmale, in den weiteren Ansprüchen hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausbildungen.

Anhand der beigefügten Zeichnung wird der Erfindungsgegenstand näher erläutert.

Es zeigen.

- 15 Fig. 1a ein erfindungsgemässes flexibles pneumatisches Bauelement im leeren Zustand, im Querschnitt,
- Fig. 1b das pneumatische Bauelement von Fig. 1a im druckbeaufschlagten Zustande mit einem ersten Ausführungsbeispiel eines Druckstabes,
- 20 Fig. 2 ein pneumatisches Bauelement im leeren Zustande, eingerollt, in einer Seitenansicht,
- 25 Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- 30 Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- Fig. 6 eine Variante zum vierten Ausführungsbeispiel,
- 35 Fig. 7 ein Knotenelement mit einem Druckstab in Seitenansicht,

- Fig. 8 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- 5 Fig. 9 ein sechstes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- Fig. 10 ein Knotenelement mit zwei Druckstäben in Seitenansicht,
- 10 Fig. 11 ein Anwendungsbeispiel für die erfindungsgemässen flexiblen pneumatischen Bauelemente in einer Isometrie,
- 15 Fig. 12 ein flexibles pneumatisches Bauelement mit einem Verbindungselement in einer Isometrie,
- Fig. 13a zwei pneumatische Bauelemente mit einem Verbindungselement in einer Seitenansicht im schlaffen Zustand,
- 20 Fig. 13b zwei pneumatische Bauelemente mit einem Verbindungselement in einer Seitenansicht im druckbeaufschlagten Zustand.
- 25 Fig. 1a, b sind Darstellungen des erfindungsgemässen flexiblen pneumatischen Bauelementes im Querschnitt; Fig. 1a zeigt es im schlaffen, Fig. 1b im druckluftbeaufschlagten Zustand. Das pneumatische Bauelement besteht aus einer flexiblen Hülle 1, auf welche einseitig ein Druckstab 2 in der Form einer
- 30 flexiblen Platte aus einem druckfesten Material beispielsweise vollflächig aufgeklebt ist. Die Hülle 1 ist beispielsweise aus einem textilmarmierten Kunststoff gefertigt und für sich gasdicht verklebt oder verschweisst. Eine weitere Lösung für die Hülle 1 besteht aus einem Schlauch aus dehnungsarmen
- 35 textilem Material - beispielsweise aus Aramidfasern - in welchen ein gasdicht gefertigter Schlauch aus elastischem Kunststoff - beispielsweise Polyurethan - eingelegt ist.

Im unaufgeblasenen Zustand ist der Druckstab 2 flach, was gestattet, das pneumatische Bauelement einzurollen und im eingerollten Zustande zu transportieren, wie in Fig. 2 gezeigt. Wird das leere und schlaffe - und allenfalls eingerollte - pneumatische Bauelement nun mit Druckluft über ein Ventil 3 beaufschlagt, so entrollt es sich zuerst und nimmt dann im ausgerollten, jedoch noch schlaffen Zustande langsam die in Fig. 1b gezeigte Querschnittsform an. Dabei wird der Druckstab 2 in die gezeigte funktionale Form eines Zylindersegmentes gebogen. Die Stabilität des biegeelastischen Druckstabes in seiner funktionalen Form hat im Wesentlichen zwei Gründe: Einerseits vergrössert die gebogene funktionale Form das Flächenträgheitsmoment des Druckstabes, andererseits ist der Druckstab durch das Zusammenspiel mit den Zugbändern und der unter Druck stehenden Hülle 1 radial zu seiner Längsachse auf einer Luftfeder gelagert, also nicht zwischen seinen Enden frei Hängend. Das grössere Flächenträgheitsmoment und die gefederte Lagerung des Druckstabes erhöhen zusammen seine Knicklast beachtlich. Gleichzeitig wird auf der Hülle 1 eine tangential Umlaufspannung  $\sigma_u$  aufgebaut, wobei gilt

$$\sigma_u = p \cdot R \text{ [N/m]}$$

$p$  = Innendruck des pneumatischen Bauelementes [N/m<sup>2</sup>]

$R$  = Radius des pneumatischen Bauelementes [m]

Diese Zugspannung  $\sigma_u$  überträgt sich über die Verklebung des Druckstabes 2 mit der Hülle 1 auf den Druckstab 2, dergestalt dass auch dieser von  $\sigma_u$  gespannt ist. Dadurch wird das Flächenträgheitsmoment des Druckstabes weiter erhöht und die Knicklast vergrössert.

Varianten zum Aufbau des Druckstabes 2 und zur Vergrösserung der Knicklast sind in den Fig. 3 bis 6 dargestellt. In der Variante gemäss Fig. 3 ist der Druckstab 2 innerhalb der flexiblen Hülle 1 angeordnet und besteht aus einem gasdichten Hohlkörper 4. Dieser ist, wie im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1, 2 biegeelastisch, jedoch in der Lage, längsverlaufende Druckkräfte aufzunehmen. Der Hohlkörper 4 ist beispielsweise aus zwei, an den Rändern flach aufeinandergeklebten

oder -geschweissten, Platten 6 mit den vorgenannten Eigenschaften aufgebaut. Wird der Hohlkörper 4 nun mit einem Druckmittel unter einen Druck  $p_1$  gesetzt, das Innere der flexiblen Hülle auf einen Druck  $p_0 < p_1$ , so kann der durch den Hohlkörper 4 erzeugte rohrartige Druckstab ohne auszuknicken die vorgesehenen längswirkenden Druckkräfte aufnehmen.

In Fig. 4 ist ein weiteres Mittel zur Vergrösserung des Flächenträgheitsmomentes des Druckstabes 2 dargestellt. Alternativ zu Fig. 1 ist der - zunächst - flache Druckstab 2 im Innern der flexiblen Hülle 1 angebracht, geschweisst oder geklebt. An einem elastischen Gelenk 5, welches sich mittig über die ganze Länge des Druckstabes erstreckt, ist ein Steg 7 gelenkig angeordnet. Im drucklosen Zustande des erfindungsgemässen pneumatischen Bauelementes liegt der Steg 7 im Wesentlichen parallel zur Platte 6 des Druckstabes 2. Eine Vielzahl von Filamenten 8 erstreckt sich quer durch die flexible Hülle 1; im drucklosen Zustande der flexiblen Hülle 1 sind die Filamente 8 lose, im druckmittelbeaufschlagten Zustande der flexiblen Hülle 1 jedoch soweit gespannt, dass durch die Druckbeaufschlagung der flexiblen Hülle 1 der Steg 7 aus der ursprünglichen Lage in die in Fig. 4 dargestellte gebracht wird, in welcher er im Wesentlichen auf der Platte des Druckstabes 6 senkrecht steht.

Fig. 5 und 6 sind zwei Varianten einer weiteren Anordnung, welche zur Vergrösserung des Flächenträgheitsmomentes dienen. In beiden Varianten sind mehrere, beispielsweise fünf, flexible und gasdichte rohrartige Hüllen 9 auf die Platte 6 des Druckstabes 2 aufgesetzt und mit ihm verbunden. In den Hüllen 9 sind ebenfalls flexible Platten 6 eingelegt und mit der Hülle 9 verbunden. Durch Druckbeaufschlagung der Hüllen 9 werden die Platten 6 aufgebogen, wodurch das Flächenträgheitsmoment der Druckstäbe 2 gemäss Fig. 5, 6 vergrössert wird. Der Unterschied zwischen Fig. 5 und 6 liegt in der Anordnung des so ausgeführten Druckstabes 2: in Fig. 5 ist er ausserhalb der flexiblen Hülle 1 angeordnet, in Fig. 6 innerhalb. Dadurch gilt für das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 6 ebenfalls die Bedingung  $p_1 > p_0$ .



In den Figuren nicht dargestellt aber ebenfalls erfindungsgemäss ist die Verwendung einer mehrschichtigen Hülle 1. Die Anbringung von Druckstäben zwischen verschiedenen Schichten der Hülle 1 ist ebenso Teil der erfinderischen Idee.

- 5 Fig. 7 ist die Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Knotenelementes 11. In diesem sind die Wirkungen der Auflagekraft, der im Druckstab 2 verlaufenden Druckkraft und jener, der in Zugbändern 12 verlaufenden Zugkräfte vektoriell auf Null gebracht. Das hier dargestellte Knotenelement 11  
10 weist eine tiefe Oese 13 auf, mit welcher es verdrehsicher in einer Tragkonstruktion (nicht dargestellt) verankert werden kann. Die Befestigung von Knotenelement 11, Druckstab 2 und Zugbändern 12 aneinander wird durch an sich bekannte Mittel des Maschinenbaus gelöst.
- 15 Fig. 8 ist eine Darstellung eines pneumatischen Bauelementes mit zwei Druckstäben 2, welche entlang gegenüberliegenden Mantellinien der flexiblen Hülle 1 angeordnet sind. Die zu Fig. 1a, b beschriebenen charakterisierenden Merkmale bleiben - abgesehen von der doppelten Ausführung des Druckstabes 2 -  
20 die gleichen. Ein so aufgebautes pneumatisches Bauelement weist hingegen pro Druckstab 2 je mindestens ein Paar von Zugbändern 12 auf, welche das pneumatische Bauelement in gegenläufigem Schraubungssinne je mindestens ein mal umschlingen. Die Anordnung der Oesen 13 kann selbstverständlich den  
25 besonderen Bedürfnissen angepasst werden, solange die Nullsummenbedingung für die Kraftvektoren eingehalten wird. Beispielsweise können die Oesen 13 auch so angeordnet werden, dass die Längsachse einer Oese 13 sich mit der Längsachse des pneumatischen Bauelementes schneidet oder auch unterhalb dieser letzteren Längsachse zu liegen kommt.
- 30 Soll ein pneumatisches Bauelement mit zwei Druckstäben 2 nach dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3, 4, 5 oder 6 ausgeführt werden, so kann dies durch zweimaliges Anbringen eines nach diesen Ausführungsbeispielen ausgeführten Druckstabes geschehen, wie als Beispiel in Fig. 9 gezeigt: Hier wird der Druckstab 2 mit dem gelenkig angebrachten Steg 7 doppelt ausgeführt. Anstelle der dem Druckstab 2 gegenüberliegenden Mantellinie dient hier der gegenüberliegende Steg 7 als Befesti-

- gungsort für die Filamente 8, welche die Stege 7 unter der Wirkung des Druckmittels aufrichten. Die Eigenschaften des pneumatischen Bauelementes, welche anhand von Fig. 1a, b und 2 beschrieben sind, bleiben dadurch erhalten.
- 5 Ein Ausführungsbeispiel eines Knotenelementes 14 für die Aufnahme von zwei Druckstäben 2 ist in Fig. 10 dargestellt. In diesem sind zwei Druckstäbe 2, mindestens ein Paar von Zugbändern 12 pro Druckstab - und selbstverständlich die Befestigung der flexible Hülle 1 - und Einrichtungen zur Aufnahme
- 10 der Auflagerkräfte, beispielsweise die Oesen 13 zusammengefasst. Die Anordnung der Oesen 13 hat wiederum nur den Charakter eines Beispiels ohne Beschränkungswirkung. Fig. 11 zeigt als Anwendungsbeispiel den Einsatz von mehreren erfindungsgemässen pneumatischen Bauelementen, beispielsweise
- 15 gemäss Fig. 10, für die Errichtung eines pneumatischen und im Wesentlichen selbstaufstellenden Elementbaus, hier eines Gerüstes für ein Dach. Im Anwendungsbeispiel gemäss Fig. 11 werden 18 pneumatische Bauelemente im Prinzip gleicher Bauart in geeigneter Weise miteinander verbunden. Dazu dienen be-
- 20 spielsweise Verbindungselemente 15 gemäss Fig. 12, welche anschliessend beschrieben werden. In einem solchen Verbindungselement 15 können mehrere pneumatische Bauelemente mit ihren Knotenelementen 14 oder in einem eigentlichen Knoten zusammengefasst werden.
- 25 Im Anwendungsbeispiel gemäss Fig. 11 sind jeweils drei bis vier pneumatische Bauelemente in einem Verbindungselement 15 angeschlossen. Die in Fig. 11 auf dem Erdboden aufstehenden Enden der pneumatischen Bauelemente können anstelle eines Knotenelementes 15 mit einem Schuh ausgerüstet sein. Der Elementbau von Fig. 11 kann entweder vor oder nach dem Aufrichten mit einer geeigneten Folie oder Plane überzogen werden.
- 30 Fig. 12 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Verbindungselementes 15, hier für vier anzuschliessende pneumatische Bauelemente. Diese können, wie in Fig. 12 dargestellt, mit zwei
- 35 Druckstäben 2 ausgeführt sein. Bei der Ausführung mit einem einzigen Druckstab können die unteren Oesen 13 entfallen. Pro anzuschliessendes pneumatisches Bauelement sind vier Oesen 16

vorgesehen, je zwei in coaxialer Anordnung, durch welche ein Bolzen 17 eingeschoben wird.

Das Verbindungselement 15 kann als geschweisste Blechkonstruktion oder als Gussteil ausgeführt werden.

- 5 Durch die Anordnung der oberen Oesen 16 in Bezug auf die unteren kann der Winkel zwischen zwei flexiblen pneumatischen Bauelementen in ihrer funktionalen Form bestimmt werden. Damit ist auch die Aussenkontur eines durch flexible pneumatische Bauelemente errichteten Bauwerks festgelegt.
- 10 In Fig. 13 a, b sind Montageschritte eines solchen Bauwerks dargestellt: An ein erstes Verbindungselement, beispielsweise jenes im Giebel des Bauwerks von Fig. 11 werden zwei pneumatische Bauelemente mit den Bolzen 17 angeschlossen, nachdem die noch schlaffen pneumatischen Bauelemente ausgerollt worden sind.
- 15 Weitere Verbindungselemente und pneumatische Bauelemente können im gleichen Arbeitsgange montiert werden. Anschliessend werden die pneumatischen Bauelemente unter Druck gesetzt. Dadurch erhalten die Druckstäbe ihre funktionale Form. Wie in Fig. 13b durch Pfeile angedeutet ist, sind sie
- 20 daher in der Lage, die in den Verbindungselementen aufgebauten Momente aufzunehmen und heben damit die ganze Struktur vom Boden ab und richten sie auf.

Patentansprüche

1. Druckstab (2) für ein flexibles pneumatisches Bauelement, dadurch gekennzeichnet, dass
  - 5 - der Druckstab (2) biegeelastisch ist, plattenartige Form aufweist und fest mit der Hülle (1) verbunden ist,
  - im leeren Zustand des pneumatischen Bauelementes der Druckstab flach und rollbar ist,
  - 10 - im vollen, druckbeaufschlagten Zustand des pneumatischen Bauelementes der Druckstab gebogen ist und im Wesentlichen die Form eines Zylindersegmentes annimmt und die unter Druck stehende Hülle (1) den Druckstab in dieser Form stabilisiert.
- 15 2. Druckstab nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung mit der Hülle (1) so geartet ist, dass sich die Spannung  $\sigma_u$  der Hülle (1) auf den Druckstab (2) überträgt.
- 20 3. Druckstab (2) nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass er vollflächig mit der Hülle (1) verklebt oder durch Schweissen mit der Hülle (1) verbunden ist.
- 25 4. Druckstab nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass er sich mit zunehmender Druckbeaufschlagung der Hülle (1) zunehmend entrollt und seine gestreckte, funktionale Form annimmt.
- 30 5. Druckstab nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass er so gestaltet ist, dass seine Knicklast vergrößert wird.
- 35 6. Druckstab nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er aus zwei Platten (6) aufgebaut ist, welche einen Hohlkörper (4) bilden wenn dieser mit einem Druck  $p_1 > p_2$

beaufschlagt ist, so dass der Druckstab (2) eine rohrartige Form annimmt.

- 5 7. Druckstab nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er über ein elastisches Gelenk (5) verfügt, welches sich mittig über seine ganze Länge erstreckt und an welchem ein Steg (7) angelenkt ist, wobei dieser Steg (7) mit einer Vielzahl von Filamenten (8) mit der Hülle (1) im Bereich der dem Gelenk (5) gegenüberliegenden Mantellinie verbunden ist.  
10
8. Druckstab nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass an der Platte (6) des Druckstabes (2) mindestens eine rohrartige Hülle (9) angebracht ist, an deren Innenseite ebenfalls eine biegeelastische Platte (6) angeordnet ist, welche sich unter Druckbeaufschlagung der Hülle (9) aufbiegt.  
15
9. Druckstab (2) nach Patentanspruch 1 oder einem der Patentansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass er an der Hülle (1) mehrfach angeordnet ist.  
20
10. Druckstab (2) nach Patentanspruch 1 oder einem der Patentansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) innerhalb der Hülle (1) angebracht ist.  
25
11. Druckstab (2) nach einem der Patentansprüche 1, 5, 6, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) aussen an der Hülle (1) angebracht ist.  
30
12. Druckstab (2) nach einem der Patentansprüche 1, 5, 6, oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) zwischen verschiedenen Schichten der Hülle (1) angebracht ist.  
35
13. Druckstab (2) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine Knotenelemente

(11) mit Verbindungselementen (15) verbunden werden können.

14. Knotenelement (11) für mindestens einen flexiblen Druckstab (2), dadurch gekennzeichnet, dass es über mindestens eine Öse (13) verfügt, durch die je ein Bolzen (17) zu einer verdrehsicheren Befestigung passt.
15. Verbindungselement (15) für flexible pneumatische Bauelemente dadurch gekennzeichnet, dass
- Mittel zur Befestigung von mindestens zwei Knotenelementen (11) vorhanden sind,
  - die Mittel zur Befestigung derart gestaltet sind, dass die flexiblen pneumatischen Bauelemente in ihrer funktionalen Form in einem vorbestimmten Winkel zueinander stehen.
16. Verbindungselement (15) nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass Paare von koaxialen Ösen (16) vorhanden sind zwischen welchen je ein Knotenelement (11) mit einer Öse (13) durch Einschieben eines Bolzens (17) verdrehsicher befestigt werden kann.
17. Verbindungselement (15) nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei obere und zwei untere Paare von koaxialen Ösen vorhanden sind, und die gegenseitige Lage der oberen zu den unteren Paaren den Winkel zwischen flexiblen pneumatischen Bauelementen in ihrer funktionalen Form vorgeben.
18. Pneumatischer Elementbau, dadurch gekennzeichnet, dass er aus flexiblen pneumatischen Bauelementen mit flexiblen Druckstäben(2) und Verbindungselementen (15) zusammengefügt ist und sich unter Druckbeaufschlagung der pneumatischen Bauelemente selbst aufrichtet und eine vorbestimmte Form annimmt.

### Zusammenfassung

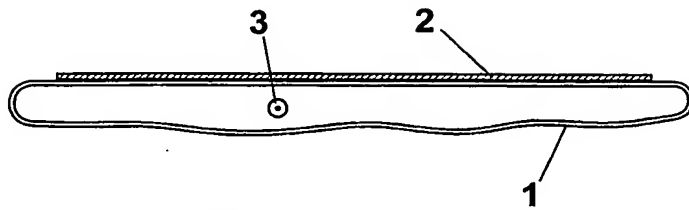
Ein flexibler Druckstab (2) ist im schlaffen Zustand eines pneumatischen Bauelementes im Wesentlichen flach. Wird das pneumatische Bauelement über ein Ventil (3) mit Druck beaufschlagt erhält der Druckstab (2) eine funktionale gebogene Form ähnlich einem Zylindersegment. In der funktionalen Form hat der biegeelastische Druckstab (2) einerseits ein grösseres Flächenträgheitsmoment und ist andererseits von der unter Druck stehenden Hülle (1) gestützt, wodurch die Knicklast des Druckstabes (2) erheblich vergrößert wird.

Die Enden des Druckstabes (2) münden in zwei Knotenelementen, welche mit Verbindungselementen zusammengefügt werden können. Damit können pneumatische Elementbauten erstellt und durch Anlegen von Druckluft aufgerichtet werden.

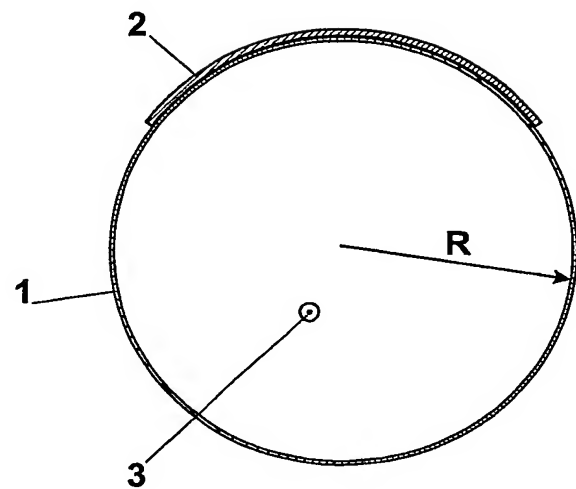
(Fig 1a, b)

PAR-0223

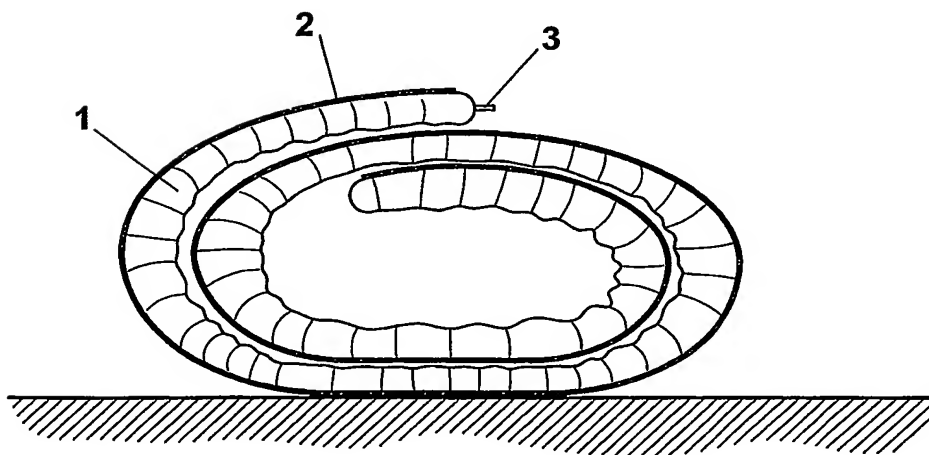
1/5



**Fig. 1a**



**Fig. 1b**

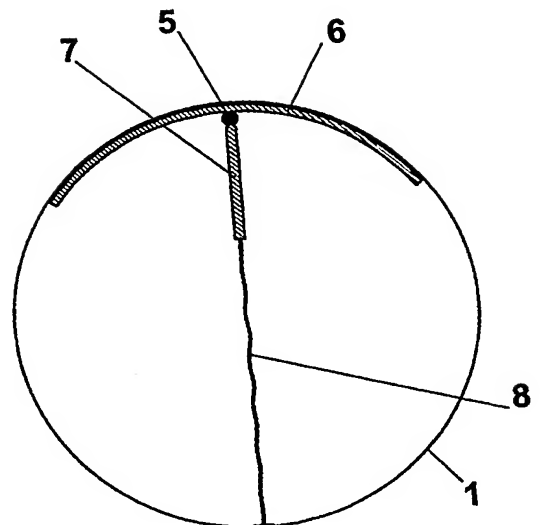


**Fig. 2**

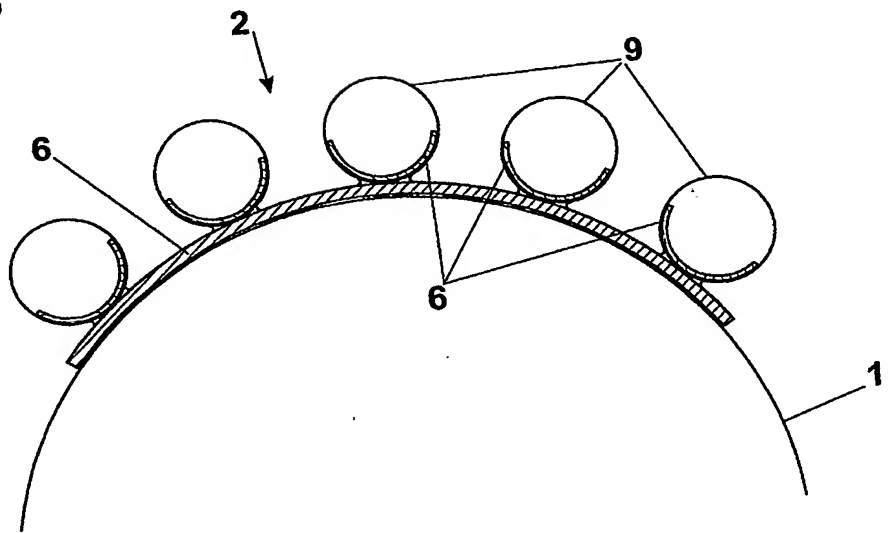


Figure 1. Schematic representation of the experimental design. The subjects were divided into two groups: the control group and the experimental group. The control group was divided into two subgroups: the control group and the experimental group. The experimental group was divided into two subgroups: the control group and the experimental group.

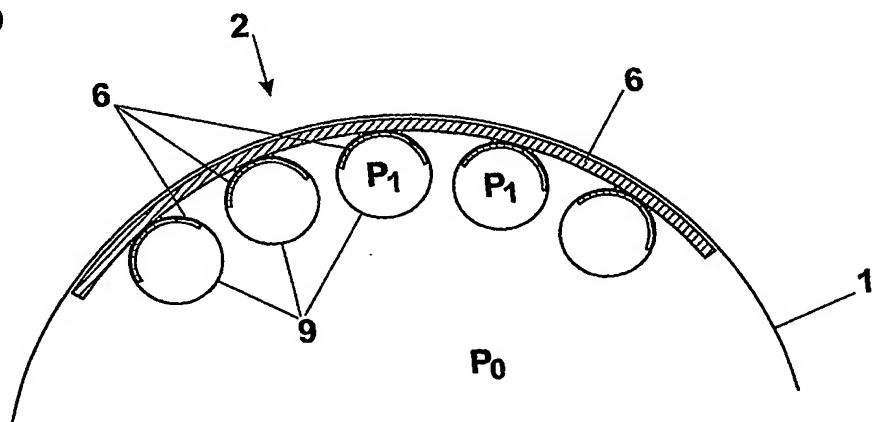
**2/5**



**Fig. 4**



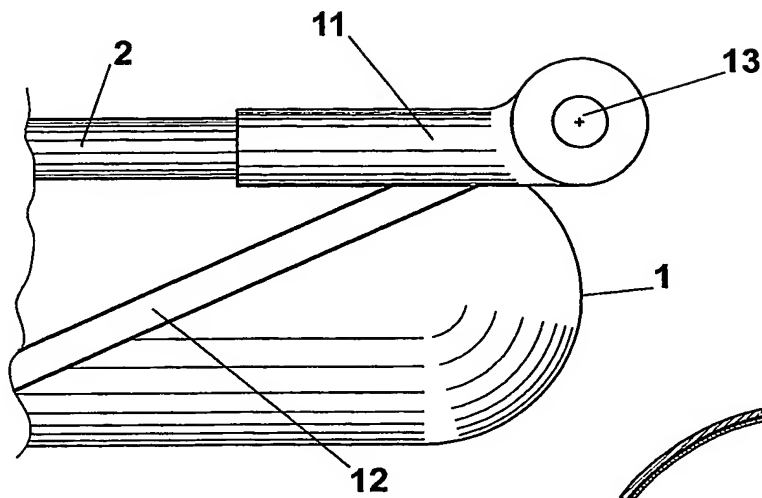
**Fig. 5**



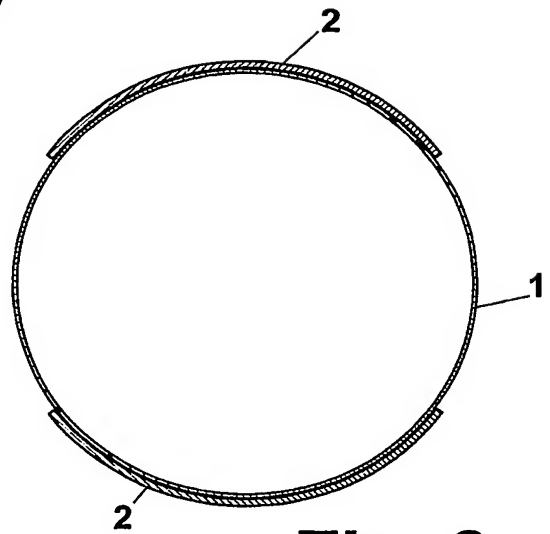
**Fig. 6**

PAR-0223

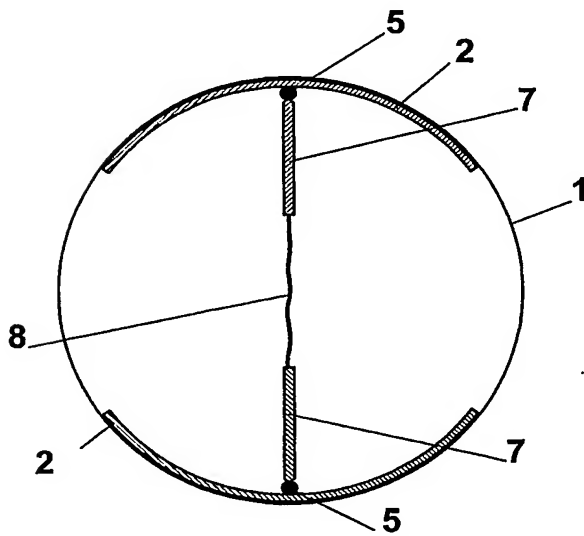
3/5



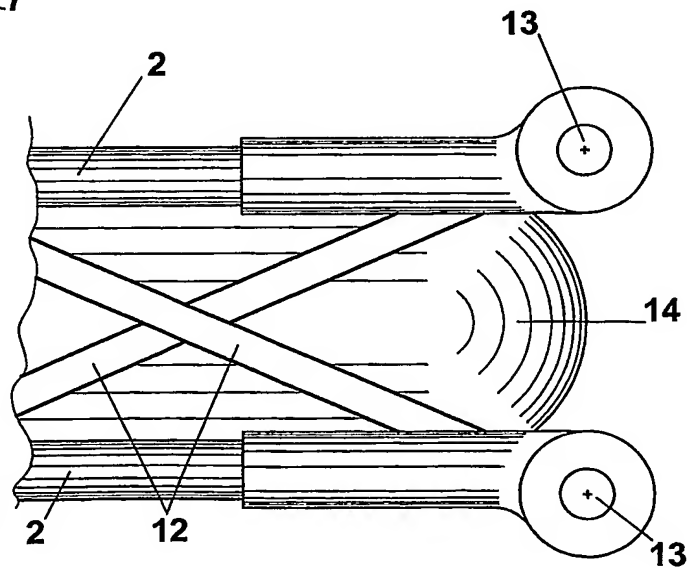
**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**

Unveränderliches Exemplar  
Exemplaire Invariable  
Esemplare Immutabile

PAR-0223

4/5

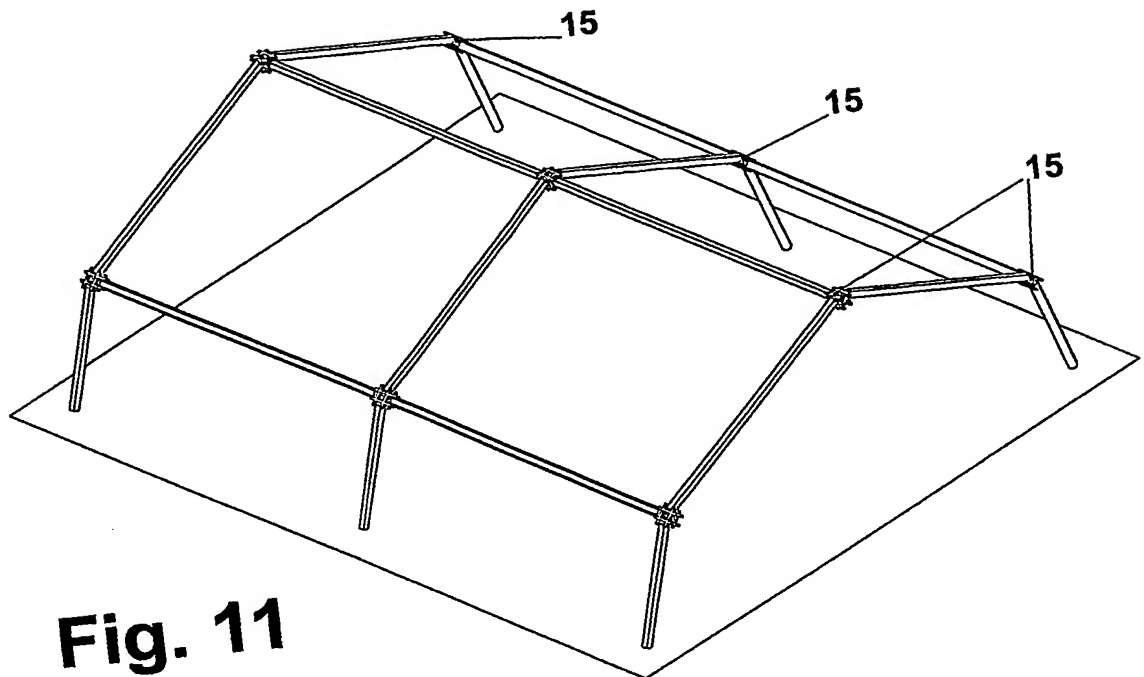


Fig. 11

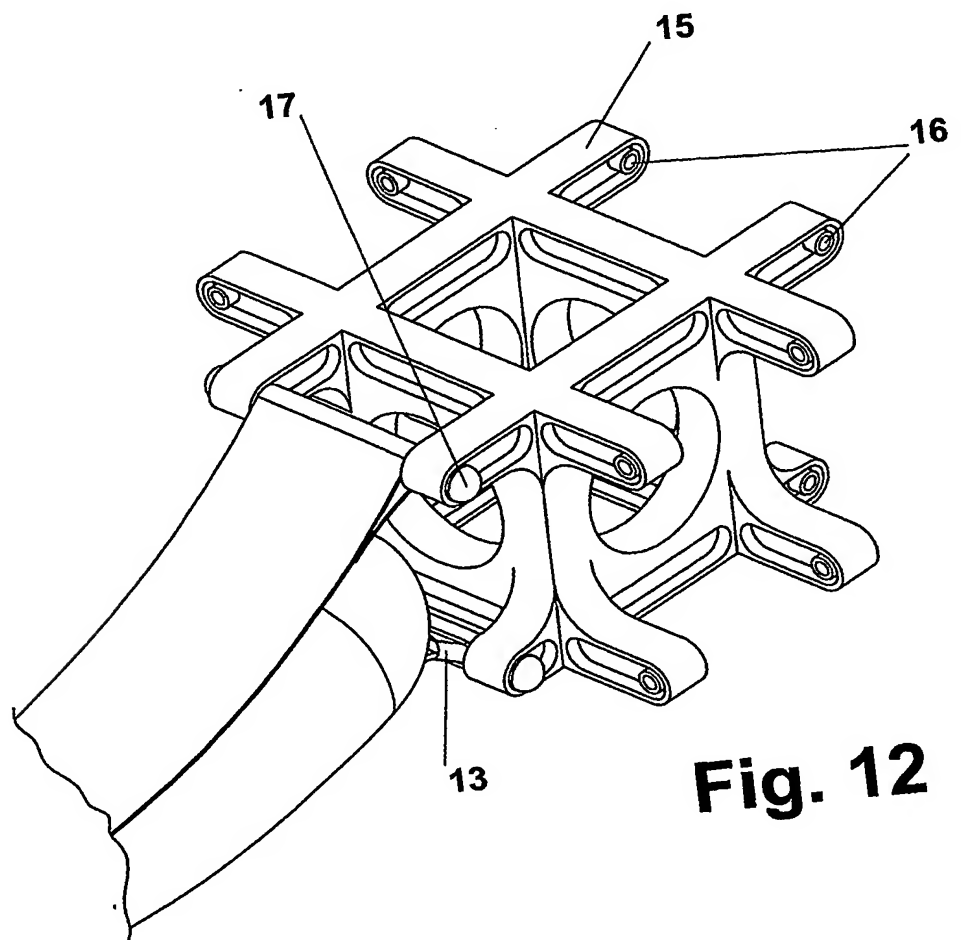
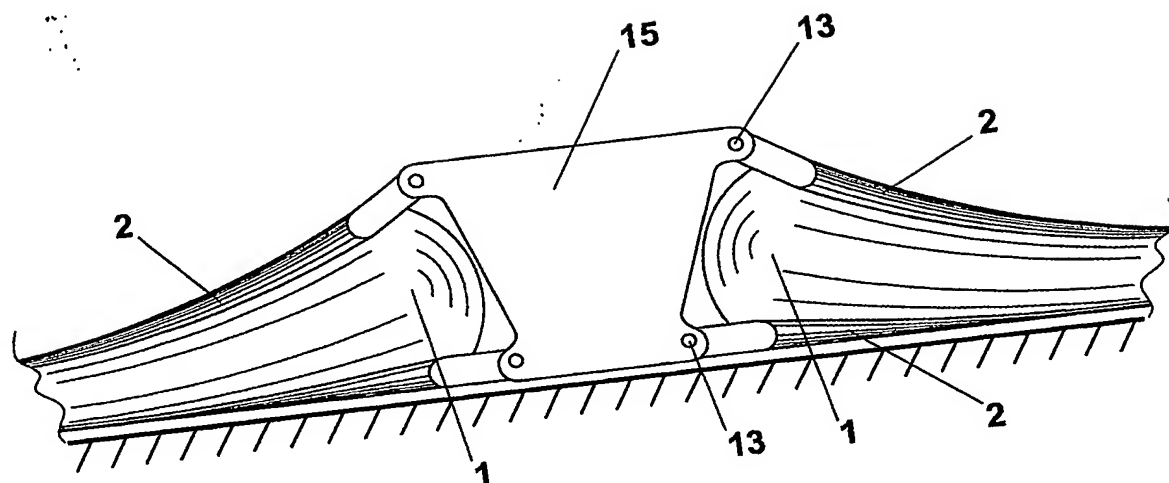
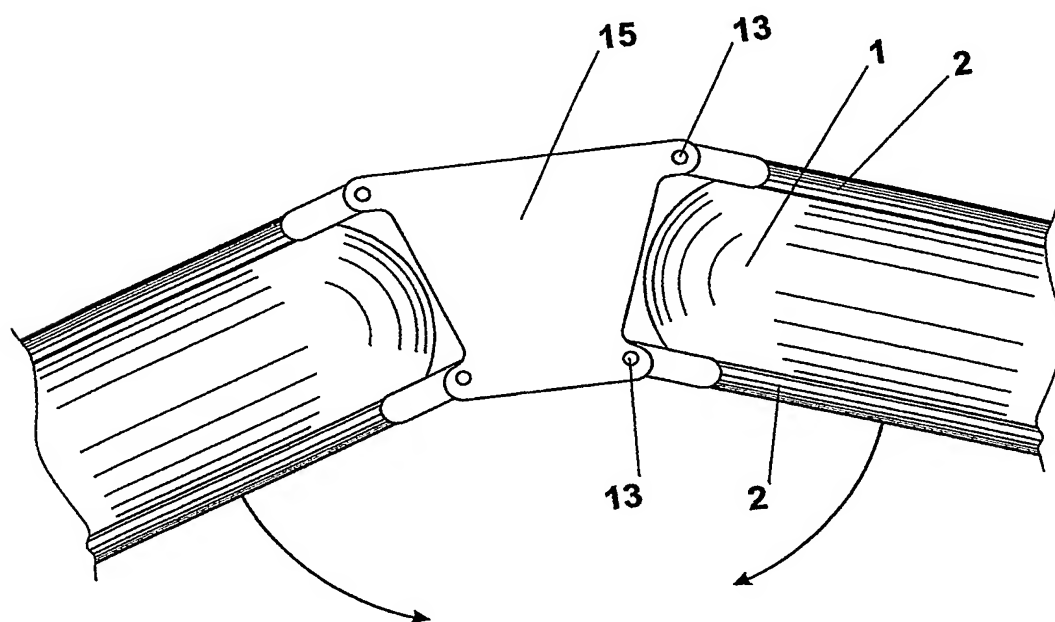


Fig. 12

PAR-0223



**Fig. 13a**



**Fig. 13b**